

О более широком распространении покровного четвертичного оледенения в южной части Западной Сибири свидетельствуют многочисленные узкие прямолинейные гривы, вытянутые в юго-западном направлении, параллельные друг другу (бэровские бугры). Они отмечаются к западу от г. Новосибирск, далее пересекают долину р. Иртыш и широкой полосой протягиваются до Урала. Эти образования очень похожи на друмлины района к северу от г. Павлодар в Казахстане, где перед ними протягивается широкая полоса конечных морен и далее за ними зандровые поля (рисунки).

Моренные гряды и друмлины продолжают к западу и юго-юго востоку от района листов N-43-XXI, XXII, XXIII, где они впервые были выделены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варламов И.П. (ред.) Геоморфология Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка к геоморфологической карте Западно-Сибирской равнины масштаба 1:1 500 000. — Новосибирск: Зап.-Сиб. книжн. изд., 1972.
2. Электронный справочник «Национальный атлас России». Т. 2. — М., 2007.

© Эльгер Ю.С., 2015

Эльгер Юрий Семёнович

ГЕОФИЗИКА

УДК 553.98./94+624.131.32

Фоменко Н.Е. (ЮФУ), Коваленко А.С. (ФГУП «ВНИГРИ-уголь»)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ НАЗЕМНОЙ ГЕОФИЗИКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

*Рассмотрены обобщенные физико-геологические модели угольных месторождений платформенного и складчатого типов и группирование на их основе наземных геофизических методов по характеру и целевому назначению исследований с последующим выбором типовых и рациональных комплексов. Описаны современные геофизические методы и технологии на угольных месторождениях, которые после их включения в рациональный комплекс увязываются в определенную иерархию, учитывающую уровень разработок и круг поставленных и решаемых задач. Конечная продукция представляет собой качественную и количественную информацию, содержащуюся в отчетах, методических рекомендациях и других документах. **Ключевые слова:** угольные месторождения, физико-геологические модели, методы электро- и сейсморазведки, типовой, рациональный комплекс.*

Fomenko N.Ye. (SFU), Kovalenko A.S. (VNIGRIugol)
PRESENT-DAY STATE OF METHODS OF SURFACE
GEOPHYSICS AT CARRYING OUT GEOLOGICAL-
PROSPECTING WORKS ON HARD FOSSIL FUELS

*The summarized physical-geological models of coal deposits of platform and folded types and grouping, on their base, of surface geophysical methods by character and application of research, with following selection of the typical and rational packages, are considered. Modern geophysical methods and technologies at coalfields are described, which after their inclusion in the rational compound are tied in certain hierarchy, taking into account level of design and range of raised and solved problems. The final product presents qualitative and quantitative information contained in reports, methodical recommendations and other documents. **Key words:** coalfields, physical-geological models, methods of electrical and seismic prospecting, typical, rational compound.*

Введение

Современные экономические условия предусматривают переоценку фонда угольных запасов и направлены на разработку предложений и выводов, касающихся коммерческой целесообразности подземной и открытой разработки незатронутых и частично отработанных кондиционных угольных пластов, а также состояния нераспределенного фонда недр, включая тонкие угольные пласты и пропластки. На этой основе при проведении геологоразведочных работ на угольных месторождениях желательнее обновлять подходы к использованию геофизических методов в качестве значимых информационных модулей. Это обосновывается альтернативой получения информации в отсутствии бурения и каротажа; разработкой и усовершенствованием высокоразрешающих технологий аэро- и космодетекции, наземных детализационных методов гравиметрической, магнитной, сейсмической и электроразведки; необходимостью геоэкологических и экогеофизических мониторинговых наблюдений на горных отводах проектируемых, действующих и закрытых шахт.

Постановка задачи по анализу состояния методов наземной геофизики при проведении геологоразведочных работ на угольных месторождениях предусматривает функцию группирования этих методов по характеру и целевому назначению исследований с последующим выбором типовых и рациональных комплексов [3, 4]. При этом геофизические методы в составе этих комплексов увязываются в определенную иерархию, учитывающую уровень разработок и круг поставленных и решаемых задач. К последним относятся:

определение мощности покровных отложений;
выявление и прослеживание угольных пластов и контактов отдельных литологических разностей пород при полого- и крутонаклонном залегании угленосных отложений;

обнаружение и картирование магматических интрузий, а также других геологических тел и тектонических структур на закрытых участках и на глубине;

выявление линз и массивов мерзлых пород, таликов, крупных залежей подземных льдов в криолитозоне.

Геолого-геофизические предпосылки и комплексы методов решения основных геологических задач на угольных месторождениях

Усредненные физические свойства углей и вмещающих их пород формационных и геоструктурных комплексов приведены для обобщенных физико-геологических моделей двух типов — «складчатого» и «платформенного» (рис. 1). В моделях отражены основные границы раздела земной коры между слоем Мохоровичича, фундаментом, угленосными и покровными отложениями. Перепады плотности на каждой из границ составляют 300–500 кг/м³, скорости продольных волн — 2000–3000 м/с. Средние значения магнитной восприимчивости и удельного электрического сопротивления возрастают при переходе к каждой последующей границе примерно на порядок. С учетом приведенных показателей физических свойств и в зависимости от поставленных геологических задач выбирается типовой комплекс методов наземной (полевой) геофизики из числа электромагнитных, сейсмических, грави-, магнито-, радиометрических, атмогеохимических и др. Выбор этого комплекса осуществляется в соответствии с нормативными документами на основании анализа материалов опережающих геофизических работ (сведений о точности исследований, данных о физических свойствах пород, схем качественной интерпретации геофизических полей, результатов количественной интерпретации наиболее интересных аномалий аэромагнитной, аэро-гамма-спектрометрической и гравиметрической съемок масштаба 1:200 000, 1:50 000 или

1:25 000, различных видов сейсморазведки и электро-разведки, выполненных на опорных профилях или в площадном варианте и т. п.). Области и условия применения методов наземной геофизики неодинаковы на угольных месторождениях, отличающихся по структурно-тектоническим признакам, стадиям преобразования и другим геолого-геофизическим показателям. Поэтому поставленные геологические задачи могут быть решаемы полностью или частично.

Пример группирования дистанционных и наземных геофизических методов на угольных месторождениях с учетом характера работ, целевого назначения и видов исследований приведен в табл. 1. Это служит структурно-геологической основой выбора и применения методов дистанционных и наземных геофизических исследований для площадных съемок с опорными профилями. Априори предполагается, что скважины, пробуренные на этих профилях, изучаются полным комплексом геофизических исследований скважин (ГИС), а выход керна по угольным пластам составляет не ниже 90 %.

Сводные данные о типовых комплексах геолого-геофизических методов для угольных месторождений «платформенного» и «складчатого» типов показаны в табл. 2.

Таблица 1
Группирование дистанционных и наземных геофизических методов на угольных месторождениях

Наименование групп методов	Характер работ, целевое назначение и виды исследований
Дистанционные исследования	Дистанционное (космическое) зондирование земли, аэросъемки (магнито-, грави-, радиометрическая, электромагнитная и геодезическая) с целью оконтуривания площадей с предполагаемой промышленной угленосностью.
Наземные съемки	Наземные геофизические исследования методами электро-, грави-, магнито-, сейсморазведки и эманационной съемки, проводимые комплексно, с преимущественным использованием методов, обладающих наибольшей разрешающей способностью для решения задач: а) установления мощности покровных отложений, картирования рельефа и структурных особенностей залегания угленосной толщи (электрозондирование, сейсморазведка методом преломленных и отраженных поперечных SH волн по методике общей глубинной точки); б) картирования и прослеживания угольных пластов и маркирующих горизонтов при крутом и наклонном их залегании под покровными отложениями толщиной до 50 м (электропрофилирование, селективная грави-, магниторазведка и атмогеохимическая съемка); в) прогнозирования и оконтуривания площадей с угленасыщенностью более 10 %, а также выявления и прослеживания структурных форм и разрывных нарушений (грави-, электро- и сейсморазведка методом отраженных волн); г) выявления и оконтуривания тел изверженных пород, выгоревших углей и оплавленных литологических разностей (электро- и магниторазведка); д) выявления и прослеживания выходящих на поверхность тектонических разрывных нарушений (электропрофилирование, гравиразведка, сейсморазведка методом преломленных волн, эманационная съемка)

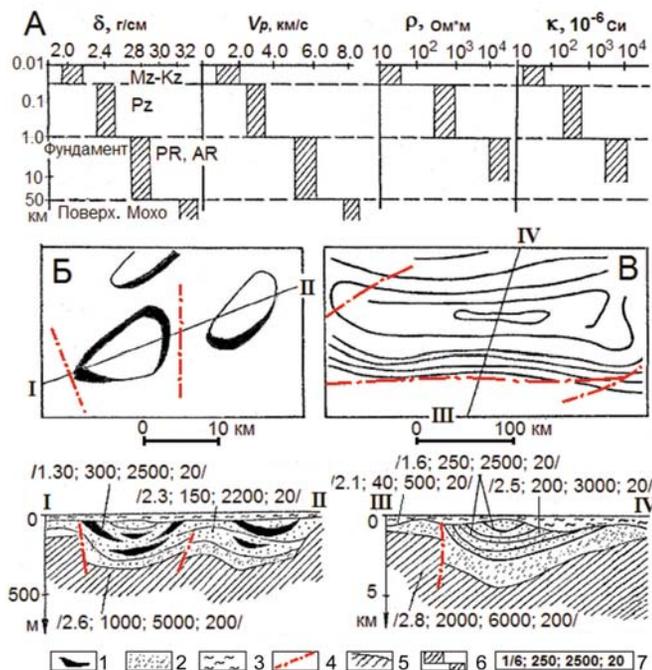


Рис. 1. Обобщенные физико-геологические модели земной коры (А) и месторождений платформенного (Б) и складчатого (В) типов (по Журбицкому Б.И.): 1 — угольные пласты; 2, 3 — покровные и углевмещающие породы; 4 — разрывные нарушения; 5 — породы основания; 6 — гистограммы физических показателей; 7 — числовые значения плотности (г/см³), удельного электрического сопротивления (Ом*м), скорости продольных сейсмических волн (м/с), магнитной восприимчивости (10⁻⁶ ед. СИ)

Таблица 2

Типовые комплексы геолого-геофизических методов на угольных месторождениях по этапам геологоразведочных работ

1 этап – создание структурно-геологической основы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Космофотоструктурное картирование (КФСК) масштаба 1:100 000, аэрофотоструктурное картирование (АФСК) масштаба 1:50 000 (в открытых районах). 2. Аэрогеофизический комплекс масштаба 1:50 000—1:25 000 (аэромагнитная съемка с точностью $\pm 0,1$—1 нТл, аэроэлектроразведка). 3. Геологическое картирование, горные работы (в открытых районах). 4. Гравиразведка (съемки по сети 500 x 500 м или 1000 x 250 м в зависимости от геолого-структурных особенностей с точностью $\pm 0,1$ мГал).
2 этап – опорные пересечения
<ol style="list-style-type: none"> 1. Сейсморазведка КМПВ — 2–3 опорных профиля с комплексом магнито-, грави-, электро-разведочных работ, шаг 50–100 м. 2. Сейсморазведочные профили МОВ-ОГТ в среднем через 5 км с комплексом магниторазведочных работ (шаг 50 м). 3. Бурение 2–3 параметрических скважин на опорных геолого-геофизических профилях.
этап – оценочные работы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Профильные и площадные геофизические работы методами электро-, грави-, магнито-, сейсморазведки и эманационной и атмогеохимической съемок, проводимые комплексно, с преимущественным использованием методов, обладающих наибольшей разрешающей способностью на участках сложного геологического строения (наличие интрузий, тектонических нарушений, изменение мощности покровных отложений и др.). 2. Бурение на исследуемой площади 2–5 скважин на 100 км² с учетом дистанционных и геофизических данных. 3. Керновое опробование углей и вмещающих пород, каротаж в разведочных и параметрических скважинах.

Таблица 3

Факторы, влияющие на выбор рациональных комплексов и видов исследований на угольных месторождениях

№ фактора	Факторы
1	Структурно-генетический тип месторождения (платформенный, складчатый)
2	Глубина фундамента (сейсморазведка)
3	Глубина разведки нижнего угольного пласта (бурение)
4	Мощность и выдержанность отложений покровного чехла (сейсморазведка МПВ, бурение)
5	Площадь участка с мощностью покровных отложений до 2 м (геологическая съемка, горные работы)
6	Площадь участка с мощностью покровных отложений < 10 м (дешифрирование аэро- и космоснимков)
7	Площадь участка с мощностью покровных отложений > 40 м (электропрофилирование, сейсморазведка методом отраженных поперечных SH волн по методике общей глубинной точки)
8	Углы падения пород, их выдержанность по площади (оптимальный комплекс наземных геофизических методов, бурение)
9	Сложность тектонического строения (оптимальный комплекс наземных геофизических методов, бурение)
10	Ожидаемое количество угольных пластов (при наклонном залегании – оптимальный комплекс наземных геофизических методов, при горизонтальном залегании – поисковый комплекс ГИС, бурение)
11	Мощность рабочих угольных пластов (бурение, поисковый и детализационный комплексы ГИС)
12	Марка углей (опробование, лабораторные работы)
13	Строение угольных пластов (детализационный комплекс ГИС)
14	Процентный состав основных литотипов угленосных пород (поисковый комплекс ГИС, бурение)

Построение рациональных комплексов основывается на интерактивном выборе методов и видов работ с использованием полного перечня физико-геологических факторов. При этом выбирается начальный типовой комплекс методов, который для каждой площади доводится до уровня рационального. Это достигается путем использования новых, более прогрессивных методов, а также оптимизации объемов работ с учетом таких характеристик, как петрофизические особенности углей и угленосных пород, количество, мощность, изменчивость угольных пластов в разрезе, характеристики ландшафтов, тип, характер и уровень помех и др. (табл. 3).

Помимо этого следует упомянуть о необходимости проведения опытно-методических работ по отдельным профилям. Они позволят уточнить и, при необходимости, скорректировать комплекс геофизических методов, точнее подобрать аппаратуру и параметры измерений, оценить геологическую эффективность путем сравнения полученной геолого-геофизической модели с данными бурения, горнопроходческих работ и других источников геологической информации, получив тем самым рациональный комплекс для проектирования уже площадных съемок для конкретных геологических условий.

При оптимизации методов и объемов работ применяются специальные методики. Например, при выборе характеристик электропрофилирования для картирования выходов угленосных пород и углей под наносы целесообразно использовать сведения о мощности, изменчивости покровных отложений, углах падения пород, тектонической сложности (факторы 4, 8, 9 в табл. 3).

Интерпретация результатов наземных геофизических исследований представляет собой многоуровневый процесс, состоящий из предварительной обработки полевых наблюдений, последующих графических построений, анализа аномальных значений с вариантами до- и переинтерпретации и конечным представлением материалов в формах геолого-геофизических разрезов, план-графиков и карт в заданных масштабах. При этом предпочтительно использовать специальные компьютерные программы, позволяющие на начальных этапах выполнять разбраковку и сортировку полевых наблюдений, оценивать их информативность путем сравнения с контрольными измерениями и далее выполнять требуемые построения посредством решения обратных геофизических задач в 1D-, 2D- и 3D-инверсиях. Достоверность построений оце-

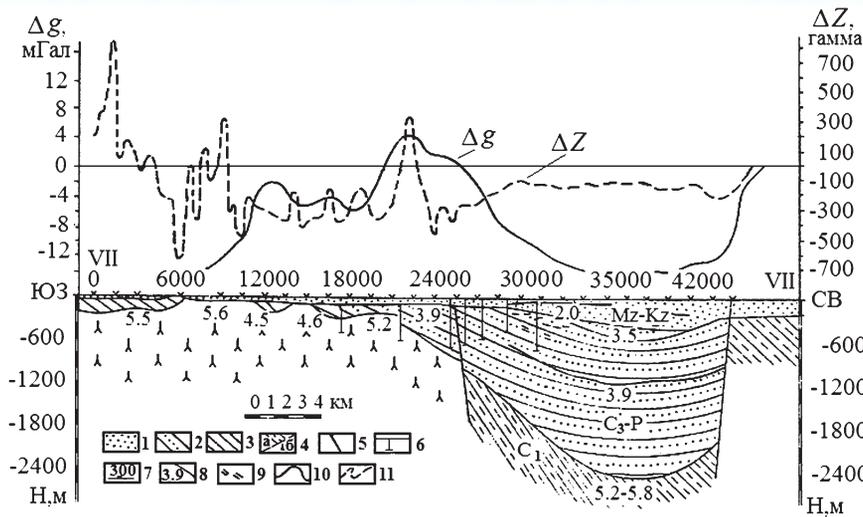


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез Белгородской депрессии Павлодар-Семипалатинского Прииртышья (по Боровику М.С.): 1, 2, 3, 4 — осадочные образования мезо-кайнозойского (Mz-Kz), пермокарбонового (C₃-P), карбонового C₂₋₃ и C₁ возраста; 5 — тектонические нарушения; 6 — скважины поисково-разведочного бурения; 7 — пикеты сейсмических взрывов; 8 — преломляющие границы и значения граничных скоростей в км/с; 9 — отражающие площадки по методу отраженных волн; 10 — график значений гравитационного поля Δg; 11 — график значений вертикальной компоненты геомагнитного поля ΔZ

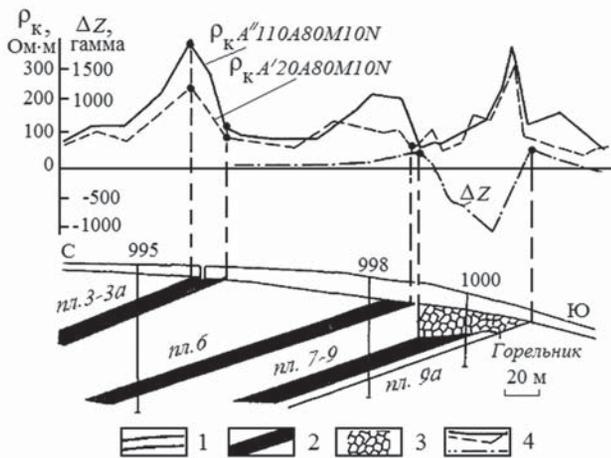


Рис. 3. Пример выявления по данным дипольного электропрофилирования и магниторазведки в Кузнецком бассейне выходов под наносы угольных пластов, включая их «горельники»: 1 — покровные отложения; 2 — угольный пласт; 3 — «горельники»; 4 — геофизические кривые

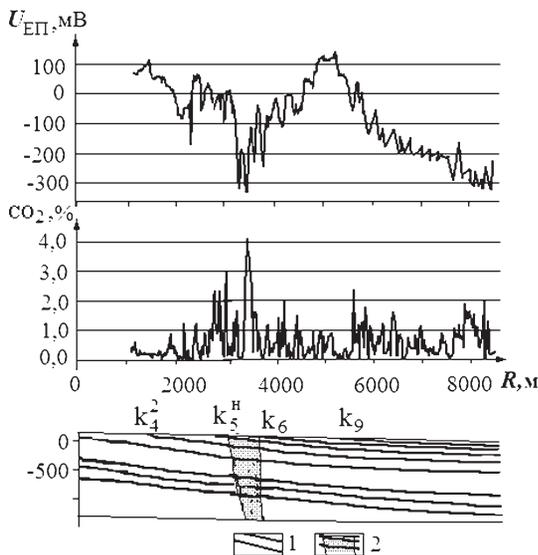


Рис. 4. Сопоставление графиков электропрофилирования методом ЭП и газовой съемки в условиях полого-наклонного залегания электропроводящих пластов антрацита в Шахтинско-Несветаевском угленосном районе Восточного Донбасса: 1, 2 — угольные пласты и область их выхода под наносы

нивается соответствием геолого-геофизических построений действительным параметрам, полученным посредством контрольного бурения или методом аналогии. Конечная продукция представлена в виде качественной и количественной информации, содержащейся в отчетах, методических рекомендациях и других документах.

Пример решения задачи по оконтуриванию площадей с предполагаемой промышленной угленосностью методами грави-, магнито- и сейсморазведки приведен на рис. 2. Угленосная толща, приуроченная к Белгородской депрессии Павлодар-Семипалатинского Прииртышья, проявляется знаковой гравитационной аномалией пониженных значений силы тяжести. Эта аномалия хорошо коррелируется с аномалией значений суммарного вектора магнитного поля, являющейся типовой для осадочных толщ.

На рис. 3 показан пример дифференциации пород по электрическим и магнитным свойствам на угольных

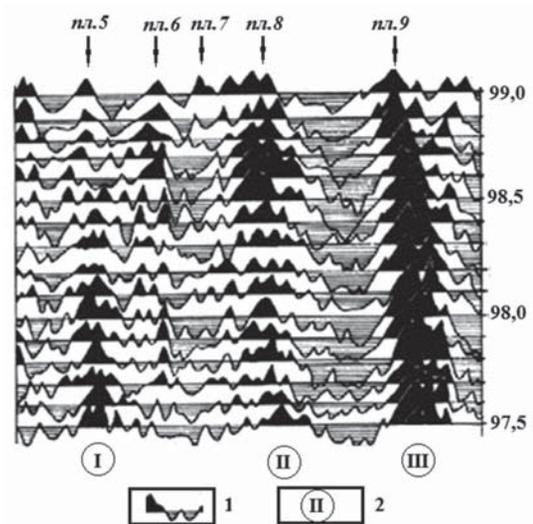


Рис. 5. Детальная картина изменения мощностей и направления простираения угольных пластов по данным электропрофилирования на участке Инском-Северном в Кузнецком бассейне: 1 — графики ρк; 2 — номера коррелируемых областей

месторождениях Кузнецкого бассейна.

Второй пример (рис. 4) показывает возможности прослеживания выходов антрацитовых угольных пластов по результатам электропрофилирования методом постоянного естественного электрического поля (ЕП) совместно с газовой съемкой. Измерения выполнены на опорном профиле, ориентированном вкост Шахтинской синклинали в Восточном Донбассе. Группа пологозалегающих и выходящих под наносы электропроводящих пластов антрацита достаточно четко выделяется отрицательной аномалией значений потенциалов естественного электрического поля. По результатам газовой съемки в этой же области отмечаются повышенные концентрации содержания в почвенном слое углекислого газа CO_2 .

Третий пример иллюстрирует детальную картину изменения толщины и направления простирания угольных пластов на участке Инском-Северном в Кузнецком бассейне. На (рис. 5) представлены результаты компьютерной интерпретации данных электропрофилирования. Прослеживаются три устойчиво коррелируемые области, соответствующие угольным пластам с номерами 5, 8 и 9. Угольный пласт 9 характеризуется наибольшей мощностью и выдержанностью по площади. Угольные пласты 6 и 7 имеют в разрезе неустойчивое строение.

Современные методы наземной геофизики, применяемые на угольных месторождениях.

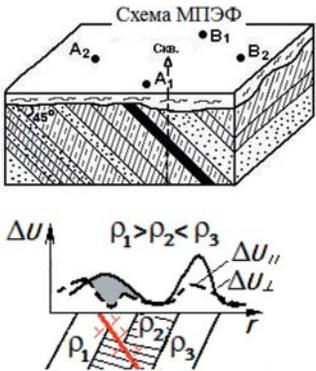
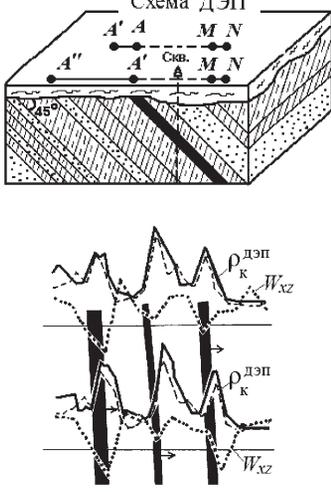
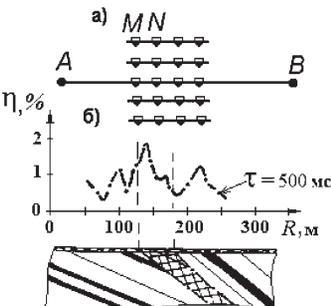
Современные методы и технологии, которые могут использоваться на угольных месторождениях, представлены в табл. 4.

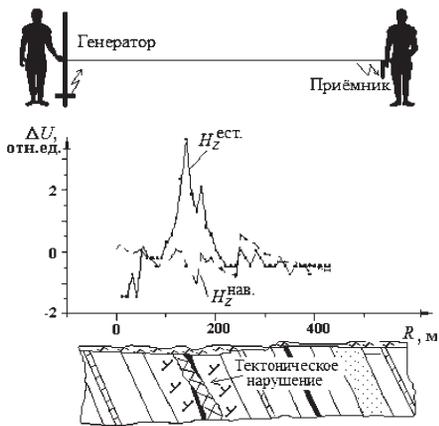
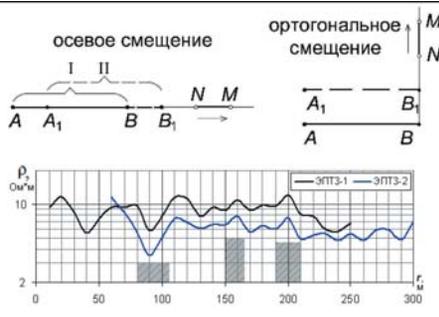
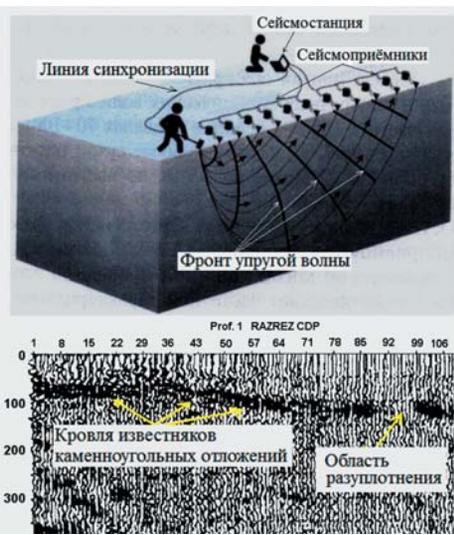
Заключение

В современных экономических условиях при проведении геологоразведочных

Таблица 4

Современные методы наземной геофизики, применяемые на угольных месторождениях

Наименование и сущность метода	Решаемые геологические задачи	Ограничения и помехи
1	2	3
<p>Электропрофилирование технологией пространственной электрической фильтрации (МПЭФ) путем измерения составляющих электромагнитного поля в каждой точке профиля при разнонаправленном возбуждении этого поля по отношению к простиранию угольных пластов или же тектонических разрывных нарушений [6]</p> 	<p>Выявление и картирование под наносами выходов угольных пластов, тектонических нарушений и магматических интрузий при любых тектонических условиях, включая согласные структуры</p>	<p>Наличие на месторождениях с бурями и тощими углями пород, сходных с этими углями по электрическим свойствам. Сложный рельеф для устройства питающих линий. Мощность покровных отложений > 50 м</p>
<p>Дипольное электропрофилирование (ДЭП), выполняемое преимущественно детализационной двухразностной установкой в комплексе с селективной грави- и магниторазведкой [2]</p> 	<p>Выявление и картирование под наносами выходов наклонно- и крутопадающих угольных пластов и их «горельников», тектонических нарушений, магматических интрузий и других неоднородностей в покровных отложениях</p>	<p>Наличие на месторождениях с бурями и тощими углями пород, сходных с этими углями по электрическим свойствам. Согласное залегание разрывных нарушений</p>
<p>Метод вызванной поляризации (ВП), в котором могут быть использованы все модификации электропрофилирования и электротондирования, в частности, метод срединного градиента ВП-СГ [1, 2]</p> 	<p>Выявление и картирование под наносами субсогласных тектонических разрывных нарушений и выходов наклонно- и крутопадающих угольных пластов</p>	<p>При наличии на исследуемой территории сложного рельефа использование метода ДЭП-ВП вместо метода СГ-ВП</p>

1	2	3
<p>Технология электромагнитного профилирования (ЭМП), в которой эффективным приемом является применение автоматического режима периодического отключения генератора. Это дает возможность на каждой точке профиля измерять два параметра $H_{z\text{ест}}$ и $H_{z\text{нав}}$ [6, 7].</p> 	<p>—</p>	<p>Сложный рельеф. Мощность покровных отложений > 50 м</p>
<p>Технология электропотенциального томографического зондирования (ЭПТЗ), в которой реализован принцип объемного сканирования, сочетающий элементы и зондирования и профилирования [7]</p> 	<p>Изучение угленосных разрезов на глубину более 70-100 м с одновременным выделением приповерхностных и глубинных неоднородностей типа тектонических разрывов</p>	<p>—</p>
<p>Сейсморазведка технологией использования отраженных поперечных SH волн по методике общей глубинной точки (ОГТ) с n-кратным перекрытием [1, 5, 8].</p> 	<p>Изучение структуры угленосных разрезов, определение границы коренных пород.</p>	<p>Ограниченные возможности выделения в угленосной толще отдельных угольных пластов.</p>

работ на уголь геофизические методы являются одними из основных, используемых на всех стадиях. Новые подходы к использованию геофизических методов определяются с одной стороны коммерческой целесообразностью поисков, разведки и последующей эксплуатации угольных месторождений на известных и вновь вовлекаемых в разведку площадях, когда применение этих методов как опережающих бурение или проводимых одновременно с ним дает дополнительный информационный материал, а с другой — появившимися на рынке научно-технической продукции высокоразрешающими геофизическими технологиями дистанционных (аэро-), наземных (в первую очередь электро-, и сейсморазведочных) и скважинных исследований, а также постановкой ранее не стоящих задач, относящихся в частности к геоэкологическим и экогеофизическим мониторинговым наблюдениям.

Цели геофизических исследований и постановка геологических и геоэкологических задач определяются в соответствии с этапами работ. Основными критериями здесь являются информативность и затраты, свободные от монополизма и администрирования.

Научно обоснованное применение геофизических методов на угольных месторождениях (дистанционных, наземных и скважинных) основывается на их группировании с учетом характера работ, целевого назначения и видов исследований. Это служит структурно-геологической основой их использования для формирования типового комплекса геофизических исследований, начальный из которых доводится до уровня рационального путем использования новых, более

прогрессивных методов, а также оптимизации объемов работ, с учетом первоначально имеющихся геолого-геофизических характеристик.

Интерпретация результатов наземных геофизических исследований представляет собой многоуровневый процесс с использованием специальных компьютерных программ. Достоверность геофизических данных оценивается их соответствием результатам контрольного бурения.

Наиболее востребованными геофизическими методами при проведении геологоразведочных работ на угольных месторождениях являются технологии электропотенциального томографического зондирования, пространственной электрической фильтрации и сейсморазведки с использованием отраженных поперечных *SH* волн по методике общей глубинной точки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности* / Под ред. В.А. Шевнина, И.Н. Модина. — М.: РУССО, 1999.

2. Журбицкий Б.И., Порфилин Э.Г. Продольное электропрофилирование при детальном картировании разрывных нарушений // *Разведка и охрана недр.* — 1977. — № 9. — С. 54–56.

3. Журбицкий Б.И. Комплексирование методов разведочной геофизики / Поиски и разведка угольных месторождений. Справочник геофизика. — М.: Недра, 1984. — С. 187–194.

4. Журбицкий Б.И., Виницкий А.Е. Комплексирование геологических и геофизических методов при составлении проектов углеразведочных работ // *Известия СКНЦ.* — 1986. — № 4. — С. 43–48.

5. Скворцов А.Г. Высокорастворяющая сейсморазведка на поперечных волнах (ВСПВ) — физические основы, технология и опыт применения / VI междунар. науч.-прак. конф. и выставка «Инженерная и рудная геофизика — 2010». — Геленджик, 2010.

6. Фоменко Н.Е., Порфилин Э.Г., Боровик Н.Ю. Электроразведочные методы пространственной фильтрации при изучении сложнопостроенных структур // *Геофизика.* — 2007. — № 2. — С. 56–63.

7. Фоменко Н.Е. Области применения электроразведочных технологий на угольных месторождениях // *Разведка и охрана недр.* — 2010. — № 12. — С. 72–77.

8. Snegirev A.M., Velikin S.A., Istratov V.A. et al. Geophysical monitoring in permafrost areas // *Permafrost: 8th International conference on permafrost.* — Zurich: ICOP, 2003. — P. 1079–1084.

© Фоменко Н.Е., Коваленко А.С., 2015

Фоменко Николай Евгеньевич
Коваленко Андрей Сергеевич // akovalenko@geocoal.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 556.334.52:551.2

Манукьян В.А., Анненков А.А., Глинский М.Л., Святовец С.В. (ФГУП «Гидроспецгеология»)

ОЦЕНКА ПРОНИЦАЕМОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ (ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОН) В ГЛИНАХ С ПОМОЩЬЮ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ

*Проведена беспрецедентная серия кустовых откачек для определения степени изолированности глубокого напорного песчаного горизонта. Анализ графиков прослеживания снижения уровня обнаружил ряд аномалий их поведения по площади исследований, связанных с линейной ослабленной зоной в глинах. С помощью решения обратной задачи на математической модели удалось численно оценить степень проницаемости ослабленной зоны. **Ключевые слова:** напорный песчаный пласт, кустовые откачки, графики прослеживания уровня, ослабленные зоны, коэффициент фильтрации.*

Manukyan V.A., Annenkov A.A., Glinskiy M.L., Svyatovets S.V. (Gidrospecegeologiya)

THE EVALUATION OF THE PENETRABILITY OF THE MODERN TECTONIC FAULTS (REDUCED ZONES OF CRUSTAL WEAKNESS) IN CLAYS USING THE EXPERIMENTALLY-FILTERING TESTS

The unprecedented series of the cluster pumping tests for the determination of the grade of the isolation of the deep confined sand aquifers was held. The analysis of the graphs of the tracing back of the reducing of the level discovered the range of some anomalies of their conduct around the square of the research connected with the linear zone of crustal weakness in clays. We managed to evaluate numerically the grade of the penetrability

*of the reduced zone of crustal weakness with the aid of the solving the inverse problem using the mathematical model. **Key words:** confined sand aquifer, cluster pumping tests, graphs of the tracing back of the reducing of the level, zones of crustal weakness, coefficient of percolating.*

Основная задача исследований — поиск и разведка геолого-гидрогеологических структур, надежно изолированных от поверхности и от эксплуатируемых водоносных горизонтов, обеспечивающих возможность захоронения жидких радиоактивных отходов.

Решение подобной задачи потребовало применения широкого комплекса гидрогеологических и геолого-геофизических исследований на высоком научно-методическом и технологическом уровне. В процессе работ производились: бурение глубоких скважин и оборудование их обсадными колоннами с затрубной изоляцией цементным раствором, комплексный каротаж, длительные кустовые откачки и нагнетания, специальные виды исследований, включая сейсморазведку, гелиометрию, радиоизотопный анализ, лабораторные испытания керн и т.д. В 1986–1988 гг. был выбран участок, обеспечивший выполнение опробования уникальной системы технологических скважин с помощью серий кустовых откачек (рис. 1). К 1994 г. полученные материалы были обобщены. В настоящее время имеющиеся результаты работ были тщательно проанализированы и представлена сумма доказательств о роли современных тектонических нарушений при оценке степени изолированности водоносных горизонтов. Для этого осуществлена переинтерпретация гидрогеологических схем с привлечением результатов сейсморазведки, а также проведены аналитические исследования